

VÝSLEDNICE ROVNOBĚŽNÝCH SIL V ROVINĚ

Výslednici F_v rovnoběžně působících sil v rovině můžeme řešit početním i grafickým způsobem. Pro dokonalé určení výslednice F_v musíme znát směr, velikost a polohu této síly. Poloha F_v je dána souřadnicí x_v , směr je dán směrovým úhlem α_v . Soustavu rovnoběžných sil vždy volíme tak, aby síly F_i působily kolmo k ose x a vpravo od počátku 0, tak budou mít všechny souřadnice x_i sil F_i kladnou hodnotu.

- A) POČETNĚ** – vyřešíme velikost síly F_v , neboť všechny síly působí ve směru y , řešíme výslednici sil ve směru y – F_{vy} .

$$F_{vy} = \sum_{i=1}^n F_{iy}$$

Protože výslednice rovnoběžných sil F_{vy} musí mít stejný účinek jako síly, které nahrazuje, musí mít tato výslednice k libovolnému bodu stejný točivý účinek, jako součet točivých účinků všech působících rovnoběžných sil k témuž bodu. Točivý účinek – moment vztahujeme k počátku pravoúhlého souřadného systému k bodu 0. Polohu výslednice F_{vy} vypočítáme z momentové podmínky rovnováhy k bodu 0.

$$F_{vy} \cdot x_v = \sum_{i=1}^n F_{iy} \cdot x_i$$

$$x_v = \frac{\sum_{i=1}^n F_{iy} \cdot x_i}{F_{vy}}$$

- B) GRAFICKY** – síly F_i ve vhodném měřítku zakreslíme do pravoúhlého souřadnicového systému x -0- y , vpravo od počátku 0, tak aby byly rovnoběžné s osou y . Velikost a směr výslednice F_v určíme pomocí silového obrazce. Polohu výslednice F_v vyřešíme pomocí vláknového (pólového) obrazce.

Sestrojení vláknového obrazce:

- v libovolné vzdálenosti od silového obrazce zvolíme pól P
- pól P spojíme s bodem 0 (počátkem silového obrazce) vznikne vlákno 0
- pól P spojíme s koncem síly F_1 vznikne vlákno 1
- pól P spojíme s koncem síly F_2 vznikne vlákno 2
- takto postupujeme až k poslední síle F_n propojením této síly s pólem P vznikne vlákno n .

Takto vytvořená vlákna přenášíme zpět do základního obrazce, v němž jsou síly zakresleny v pravoúhlém souřadnicovém systému x -0- y .
Rovnoběžky s jednotlivými vlákny přenášíme pomocí pravidla tří úseček.

Pravidlo tří úseček

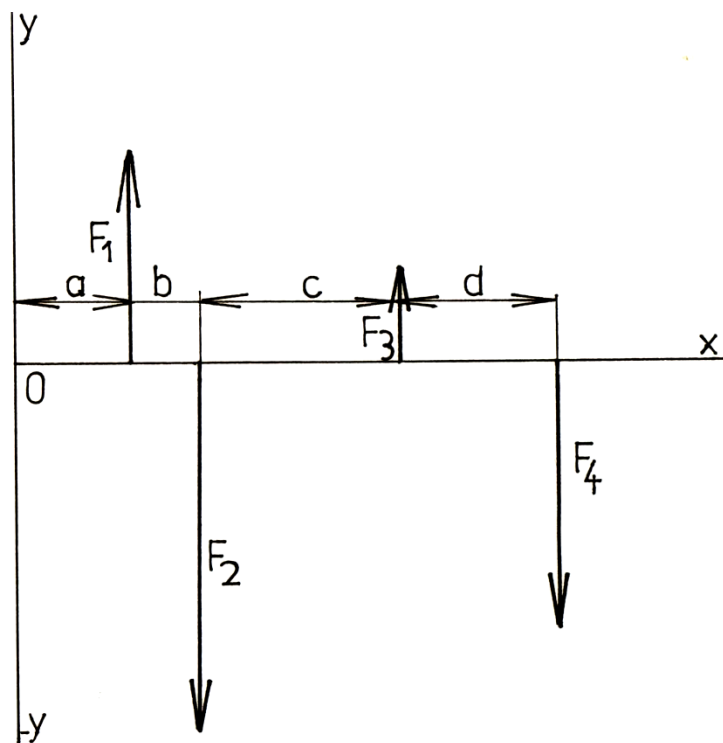
„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“
Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu
Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje

Tři úsečky, které tvoří v pólovém obrazci trojúhelník, se musí v základním obrazci protínat v jednom bodě.

Postup při hledání působíště x_v síly F_v v základním obrazci:

- sestrojíme rovnoběžku s vláknem 0 tak, aby v libovolném místě protнула nositelku síly F_1 tento průsečík vlákna 0 a nositelky síly F_1 označíme písmenem A
- bodem A vedeme rovnoběžku s vláknem 1, vlákno 1 musí protnout nositelku síly F_2 , průsečík vlákna 1 a nositelky síly F_2 označíme písmenem B
- bodem B vedeme rovnoběžku s vláknem 2, vlákno 2 musí protnout nositelku síly F_3 , průsečík vlákna 2 a nositelky síly F_3 označíme písmenem C
- takto pokračujeme až k poslednímu vlákně n
- průsečík vlákna n s vláknem 0 označíme písmenem V
- bodem V sestrojíme rovnoběžku s F_v , průsečík této rovnoběžky s osou x vyznačuje polohu x_v síly F_v

1. **Řešený příklad:** Vyřešte početně i graficky výslednici sil F_v . Působící síly $F_1=330\text{N}$, $F_2=590\text{N}$, $F_3=150\text{N}$ a $F_4=420\text{N}$, $a=1,8\text{m}$, $b=1\text{m}$, $c=3,3\text{m}$, $d=2,5\text{m}$.



A)

POČETNĚ

Síly správně matematicky zapíšeme:

$$F_1[1,8; 0; 90^\circ; 330 \text{ N}]$$

$$F_2[2,8; 0; 270^\circ; 590 \text{ N}]$$

$$F_3[6,1; 0; 90^\circ; 150 \text{ N}]$$

$$F_4[8,6; 0; 270^\circ; 420 \text{ N}]$$

Určíme odpovídající znaménka působících sil. Pokud síly působí směrem dolů (směrový úhel je 270°) přičítáme tyto síly se záporným znaménkem.

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin \alpha_1$$

$$F_{1y} = 330 \cdot \sin 90$$

$$F_{1y} = \mathbf{330 \text{ N}}$$

$$F_{2y} = F_2 \cdot \sin \alpha_2$$

$$F_{2y} = 590 \cdot \sin 270$$

$$F_{2y} = \mathbf{-590 \text{ N}}$$

$$F_{3y} = F_3 \cdot \sin \alpha_3$$

$$F_{3y} = 150 \cdot \sin 90$$

$$F_{3y} = \mathbf{150 \text{ N}}$$

$$F_{4y} = F_4 \cdot \sin \alpha_4$$

$$F_{4y} = 420 \cdot \sin 270$$

$$F_{4y} = \mathbf{-420 \text{ N}}$$

Součet sil ve směru y:

$$F_{vy} = F_v$$

$$F_{vy} = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{4y}$$

$$F_{vy} = 330 + (-590) + 150 + (-420)$$

$$F_{vy} = \mathbf{-530 \text{ N}}$$

Polohu výslednice F_v vypočítáme z momentové podmínky rovnováhy k bodu 0.

$$F_{vy} \cdot x_v = \sum_{i=1}^n F_{iy} \cdot x_i$$

$$x_v = \frac{\sum_{i=1}^n F_{iy} \cdot x_i}{F_{vy}}$$

$$x_v = \frac{F_{1y} \cdot x_1 + F_{2y} \cdot x_2 + F_{3y} \cdot x_3 + F_{4y} \cdot x_4}{F_{vy}}$$

$$x_v = \frac{330 \cdot 1,8 + (-590 \cdot 2,8) + 150 \cdot 6,1 + (-420 \cdot 8,6)}{-530}$$

$$x_v = 7,1m$$

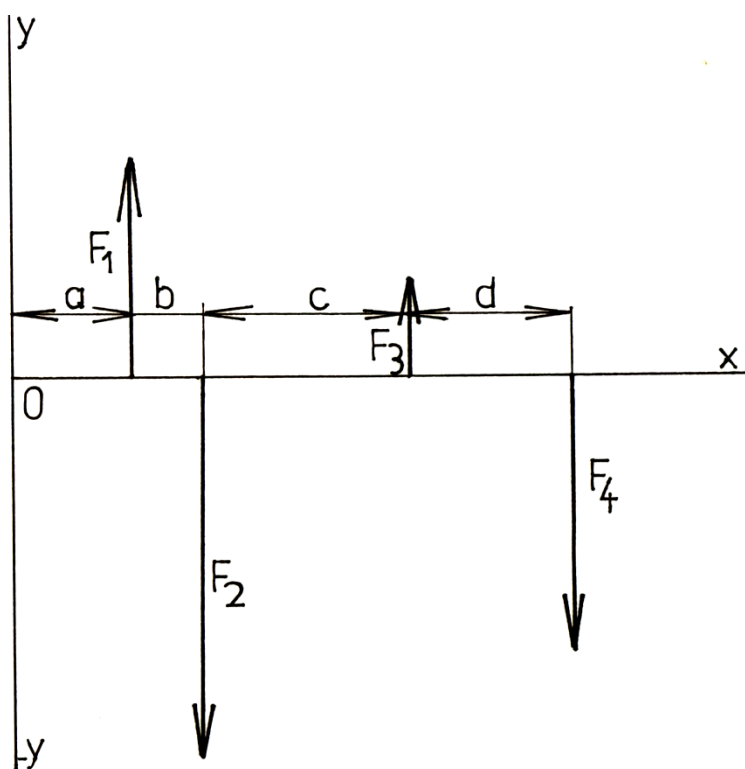
Matematický zápis síly F_v

$$F_v [7,1; 0; 270^\circ; 530N]$$

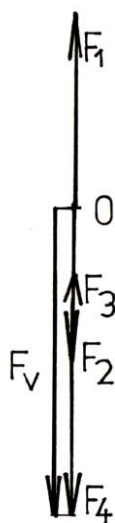
B)

GRAFICKY

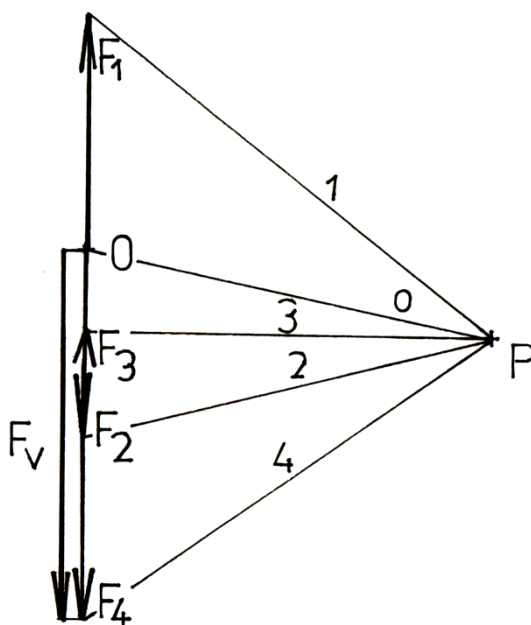
Vycházíme ze základního obrazce, ve kterém jsou zobrazeny síly a vzdálenosti ve vhodném měřítku



Sestrojíme silový obrazec, odměříme velikost a určíme směr výsledné síly F_v

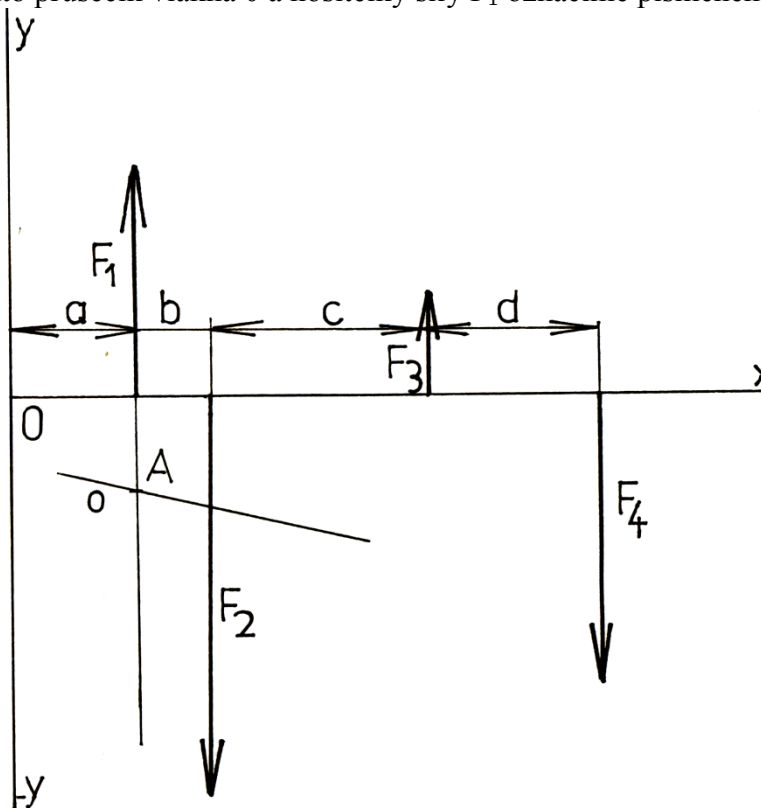


Ze silového obrazce zkonstruujeme pólový obrazec

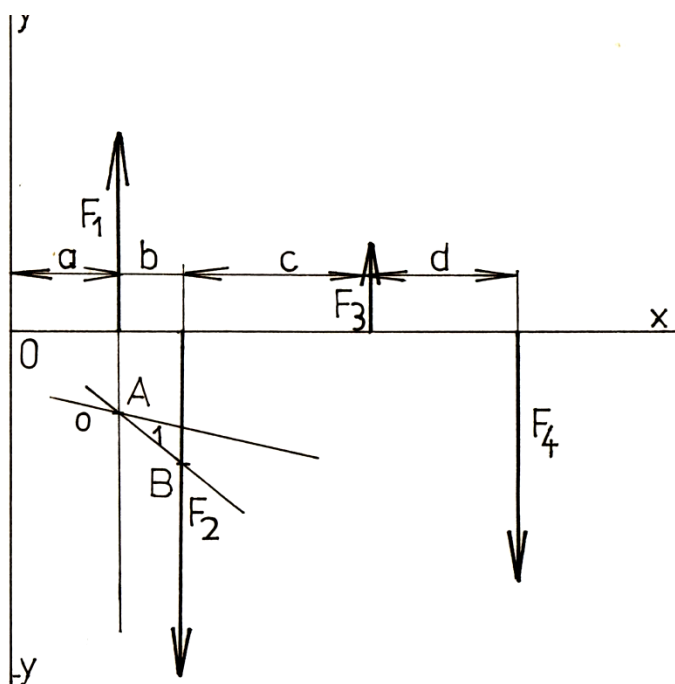


Do základního obrazce přeneseme rovnoběžky jednotlivých vláken

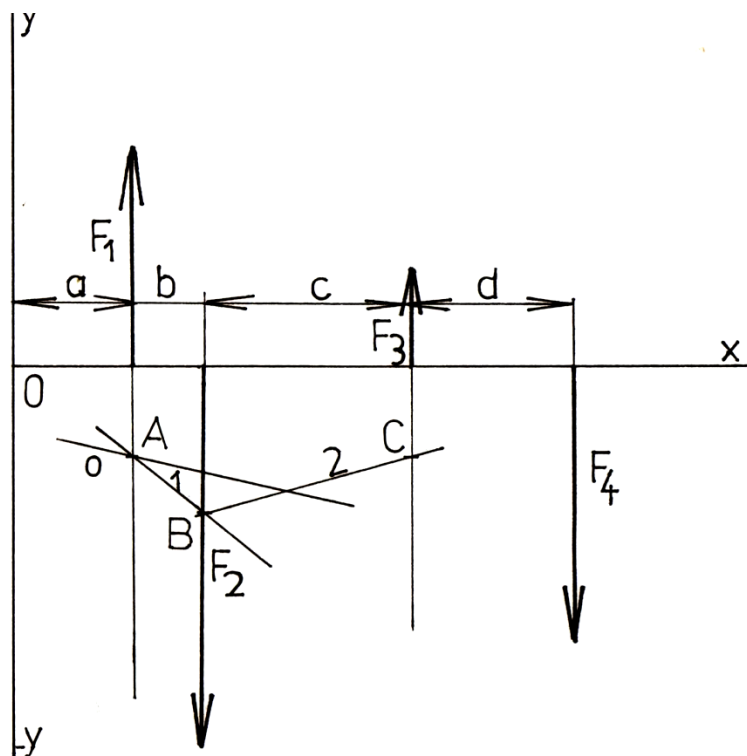
- Sestrojíme rovnoběžku s vláknem 0 tak, aby v libovolném místě protнула nositelku síly F_1 tento průsečík vlákna 0 a nositelky síly F_1 označíme písmenem A



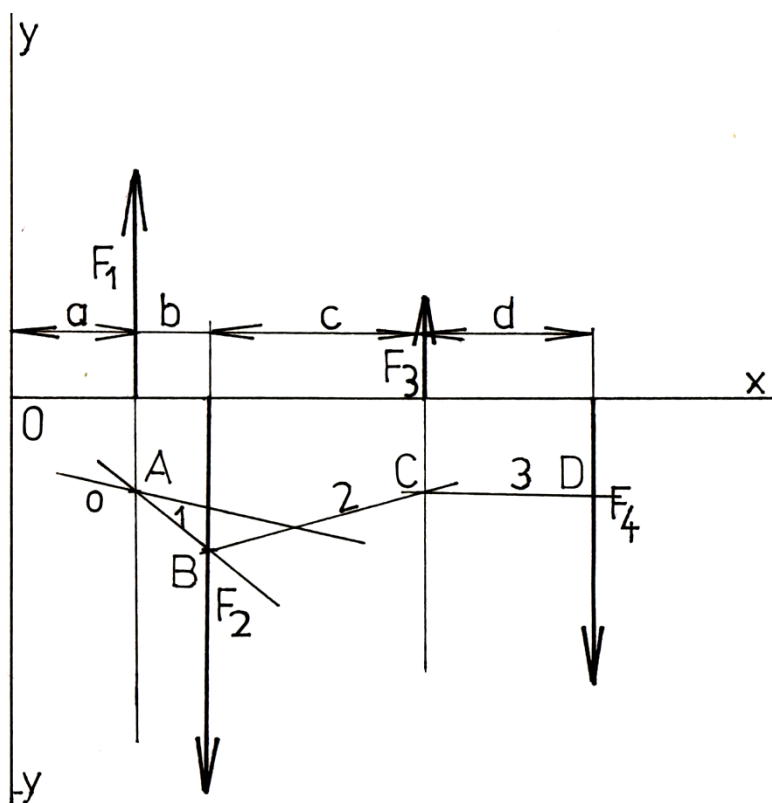
- bodem A vedeme rovnoběžku s vláknem 1, vlákno 1 musí protnout nositelku síly F_2 , průsečík vlákna 1 a nositelky síly F_2 označíme písmenem B



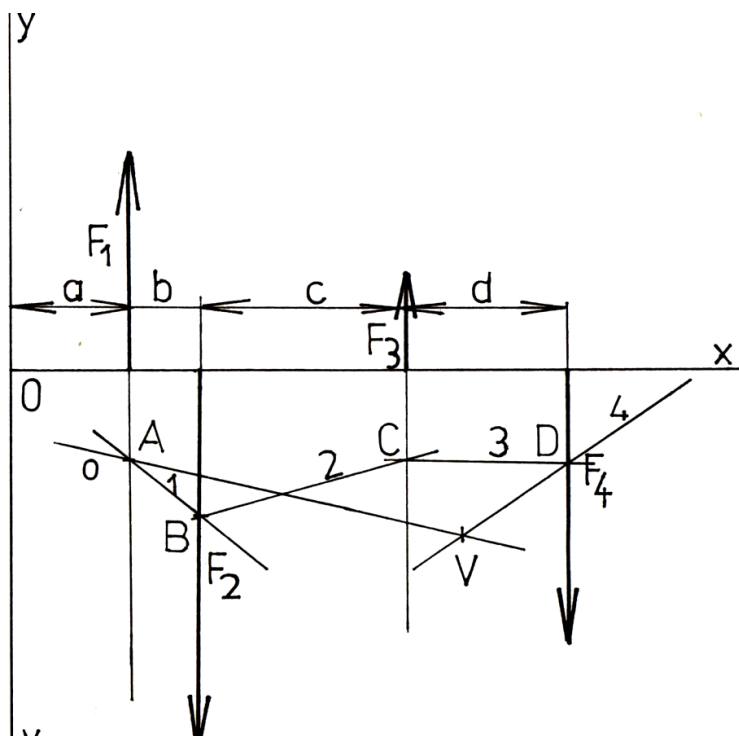
- bodem B vedeme rovnoběžku s vláknem 2, vlákno 2 musí protnout nositelku síly F_3 , průsečík vlákna 2 a nositelky síly F_3 označíme písmenem C



- bodem C vedeme rovnoběžku s vláknem 3, vlákno 3 musí protnout nositelku síly F_4 , průsečík vlákna 3 a nositelky síly F_4 označíme písmenem D



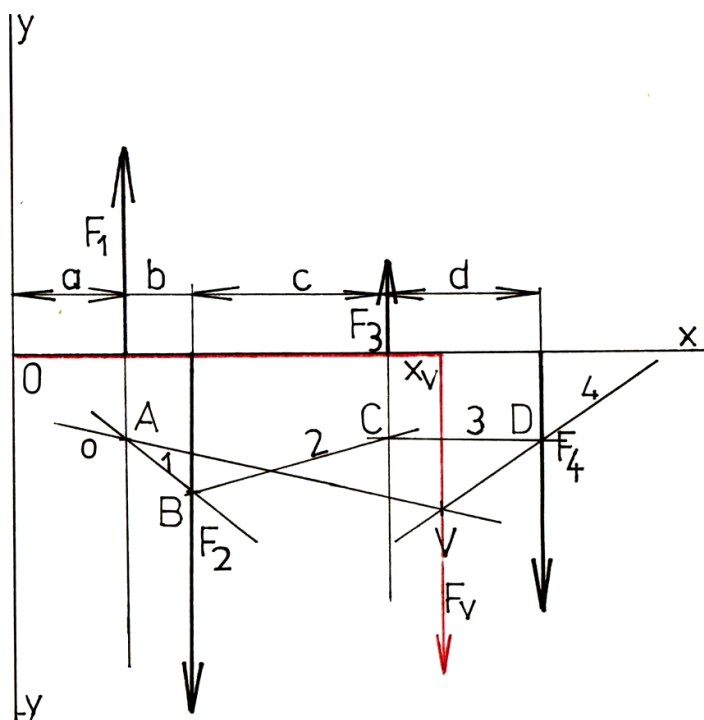
- bodem D vedeme rovnoběžku s vláknem 4, vlákno 4 musí protnout vlákno 0
průsečík vlákna 4 s vláknem 0 označíme písmenem V



- bodem V sestrojíme rovnoběžku s F_v , průsečík této rovnoběžky s osou x vyznačuje polohu x_v síly F_v . V základním obrazci viditelně zobrazíme výslednou sílu F_v a její působíště x_v

„Pokud není uvedeno jinak, autorem textů a obrázků je Ing. Štěpánka Makoňová“

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje



Graficky vyřešenou sílu F_v zapíšeme v matematickém tvaru
 $F_v[7, 1; 0; 270^\circ; 530N]$